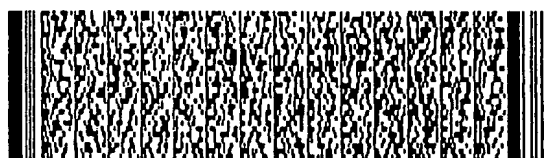


四、中文發明摘要 (發明之名稱：氮化鋁、碳化矽及氮化鋁:碳化矽合金之整體單晶的製造)

AlN、SiC 及 AlN:SiC 合金之低缺陷密度、低雜質整體單晶由在多重成核點沈積 Al、Si、N、C 之適當蒸氣物種製造，該成核點為較佳地冷卻至低於晶體成長圍繞中之周圍表面溫度。蒸氣物種可由昇華固體源材料、氣化液體 Al、Si 或 Al-Si 或注入源氣體提供。多重成核點可不播種或以如 4H 或 6H SiC 種晶播種。

英文發明摘要 (發明之名稱：PRODUCTION OF BULK SINGLE CRYSTALS OF ALUMINUM NITRIDE, SILICON CARBIDE AND ALUMINUM NITRIDE:SILICON CARBIDE ALLOY)

Low defect density, low impurity bulk single crystals of AlN, SiC and AlN:SiC alloy are produced by depositing appropriate vapor species of Al, Si, N, C on multiple nucleation sites that are preferentially cooled to a temperature less than the surrounding surfaces in the crystal growth enclosure. The vapor species may be provided by subliming solid source material, vaporizing liquid Al, Si or Al-Si or injecting source gases. The multiple nucleation sites may



四、中文發明摘要 (發明之名稱：氮化鋁、碳化矽及氮化鋁:碳化矽合金之整體單晶的製造)

英文發明摘要 (發明之名稱：PRODUCTION OF BULK SINGLE CRYSTALS OF ALUMINUM NITRIDE, SILICON CARBIDE AND ALUMINUM NITRIDE:SILICON CARBIDE ALLOY)

be unseeded or seeded with a seed crystal such as 4H or 6H SiC.



## 中華民國專利公報 [19] [12]

[11]公告編號：489142

[44]中華民國 91 年 (2002) 06 月 01 日

發明

全 17 頁

[51] Int.Cl<sup>07</sup> : C30B29/36

[54]名 稱：氮化鋁、碳化矽及氮化鋁：碳化矽合金之整體單晶的製造

[21]申請案號：088117438

[22]申請日期：中華民國 88 年 (1999) 10 月 11 日

[30]優先權：[31]09/169,401

[32]1998/10/09

[33]美國

[72]發明人：

查爾斯艾瑞克漢特

美國

[71]申請人：

克立研究公司

美國

[74]代理人：陳長文 先生

1

2

[57]申請專利範圍：

1.一種製造  $\text{AlN}_x:\text{SiC}_y$  之整體單晶之系統，此處  $x + y = 1$ ，且  $x$  為  $1 \rightarrow 0$  及  $y$  為  $0 \rightarrow 1$ ，包括步驟：

提供在晶體成長包覆中成長整體單晶必須之選擇元素 Al、Si、N 及 C 之蒸氣物種；

提供在該晶體成長包覆中多重之成核點；

將該成核點特定冷卻至低於晶體成長包覆中周圍表面之溫度；及

在控制開始於個別成核點之單晶  $\text{AlN}_x:\text{SiC}_y$  成長之條件下沈積蒸氣物種。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該等成核點未播種。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該等成核點經播種。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括在控制成核點上個別晶體成長之條件下沈積蒸氣物種持續一段期間

之步驟。

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括在控制包括由多重成包覆開始之共結合晶體部份之似板晶體之成長之條件下沈積蒸氣物種持續一段期間之步驟。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中  $x = 0$  且  $y = 1$ 。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中  $x = 1$  且  $y = 0$ 。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其包括隨單晶  $\text{AlN}_x:\text{SiC}_y$  發展之成長以連續將成核點施以特定冷卻之步驟。

15. 9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該提供蒸氣物種之步驟包括昇華固體源材料。

20. 10.如申請專利範圍第 9 項之方法，其包括在具有多重直立孔管構之包圍結構中容納固體源材料之步驟。昇

華之蒸氣透過該構件擴散以達到該成核點。

- 11.如申請專利範圍第9項之方法，其包括藉平板加熱器加熱固體源材料。
- 12.如申請專利範圍第9項之方法，其中該固體源材料係選自下列各物：Al晶體、Si晶體、AlN：SiC晶體、燒結之AlN：SiC、靜液壓製之AlN：SiC、靜液壓製及燒結之AlN：SiC與AlN：SiC粉末。
- 13.如申請專利範圍第1項之方法，其中該提供蒸氣物種之步驟包括氯化Al及／或Si。
- 14.如申請專利範圍第1項之方法，其中該提供蒸氣物種之步驟包括注入源氣體。
- 15.如申請專利範圍第14項之方法，其中該源氣體係選自下列各物：C<sub>2</sub>N<sub>2</sub>、CN、氯化多聚氰、氯化四氰基乙炔、氯化六氰基丁二烯、氯化Si、SiH<sub>4</sub>、AlCl<sub>3</sub>、NH<sub>3</sub>、氯化Al、N<sub>2</sub>、原子氮、氮離子及結合氮離子之N<sub>2</sub>。
- 16.如申請專利範圍第1項之方法，其包括在板構件之一側上形成成核點並藉直接位在相對該等成核點之個別冷卻元件接觸板板構件反面以將該等成核點施以特定冷卻之步驟。
- 17.如申請專利範圍第16項之方法，其中該等成核點包括藉位於該板反面上之個別釘冷卻之圓錐形移除材料之面積。
- 18.一種製造AlN<sub>x</sub>：SiC<sub>y</sub>之整體單晶之系統，此處 $x + y = 1$ ，且 $x$ 為 $1 \rightarrow 0$ 及 $y$ 為 $0 \rightarrow 1$ ，系統包括：選擇元素Al、Si、N及C之蒸氣物種之源；容納該蒸氣物種之晶體成長包覆；在該晶體成長包覆中之多重成核

點；及

將該等成核點特定冷卻至低於該晶體成長包覆中周圍表面溫度之裝置。

5. 19.如申請專利範圍第18項之系統，其中該特定冷卻成核點之裝置用來作為隨單晶AlN<sub>x</sub>：SiC<sub>y</sub>發展之成長，以連續將該等成核點加以冷卻。
- 20.如申請專利範圍第19項之系統，其中該等成核點包括同心區。

圖式簡單說明：

圖1為根據本發明成長AlN、SiC或AlN：SiC合金之整體單晶之整個系統之圖示。

15. 圖2為圖1所示之晶體成長系統之爐部份及相關組份之側視。

圖3為基本上沿圖2之3-3線顯示源材料及在爐底部相關垂直孔管之剖面圖。

20. 圖4為圖2中圓周4內面積之放大圖，其顯示含未播種成核點及具有在各成核點提供當時較佳冷卻之向下依靠釘之相關熱槽結構之上爐板部份。

圖5A為顯示播種成核點之另一上爐板與圖4相似2圖。

25. 圖5B為圖5A之圓周5B內面積之進一步放大圖。

圖6A、6B、6C、6D顯示在代表之晶體成長工作之各種階段時圖4之未播種成核點。

30. 圖7A、7B、7C、7D顯示在代表之晶體成長工作之各種階段時圖5之未播種成核點。

圖8為成長AlN：SiC合金之整體單晶之另一系統部份之圖示，其中Al及Si源氣體物種由液體Al-SiC熔融物流出並流過多孔石墨媒介。

35. 圖9顯示與圖8系統相似之系統，但移去多孔石墨媒介並以注入CN氣體提供碳蒸氣物種。
- 40.

(3)

5

圖10為成長AlN:SiC合金之整體單晶之另一系統部份之圖示，其中Al及Si源氣體物種由Al及Si之個別分離控制之液態熔融物流出。

圖11顯示與圖10系統相似之系統，但移去多孔石墨媒介並以注入CN氣體提供碳蒸氣物種。

圖12顯示成長極純SiC(例如本質上之SiC)之整體單晶，其中Si蒸氣物種由液態Si熔融物發出且Si蒸氣通過

6

多孔石墨媒介或石墨粉末之狀作C蒸氣物種之來源。

圖13顯示與圖12系統相似之系統，但移去出多孔石墨/石墨粉末媒介並以注入CN氣體提供碳蒸氣物種。

圖14A、14B至19A、19B圖示隨後在二十小時晶體成長循環之過程之較佳冷卻徑向擴張膨脹成核點之另一系統。

10.

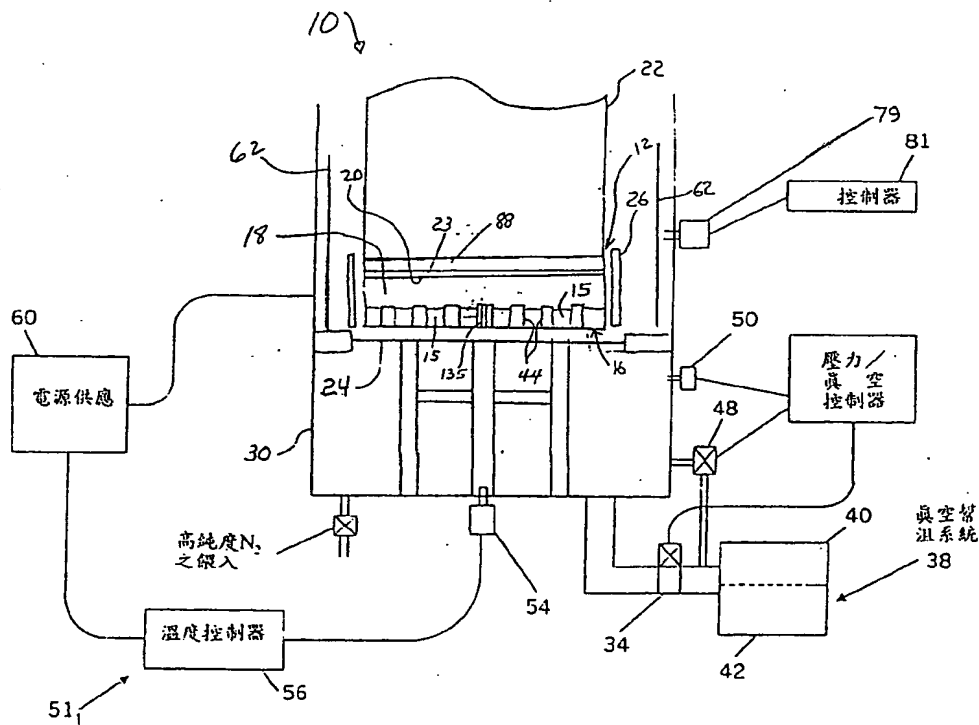


圖 1

(4)

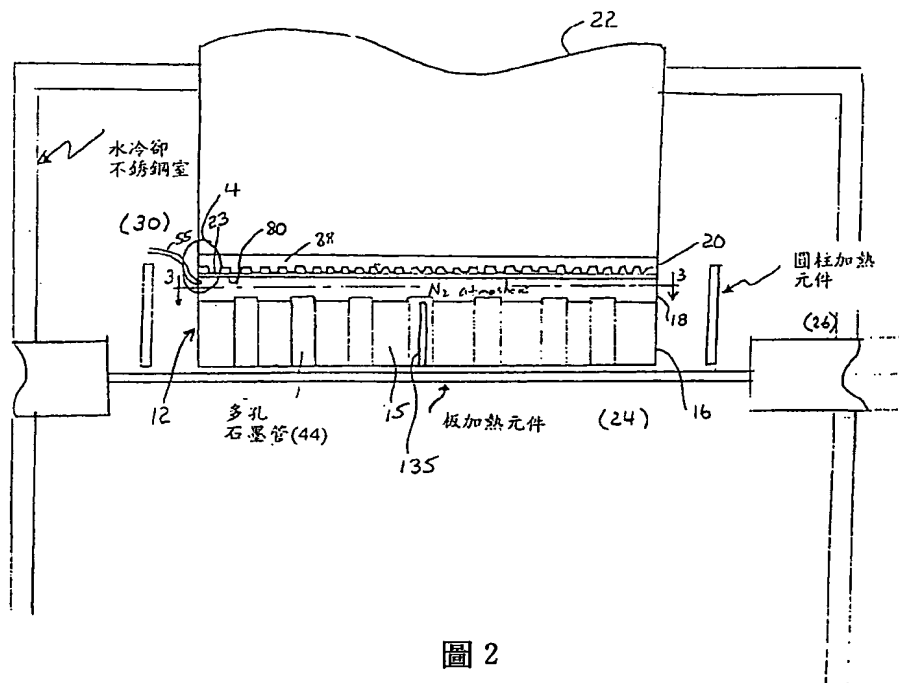


圖 2

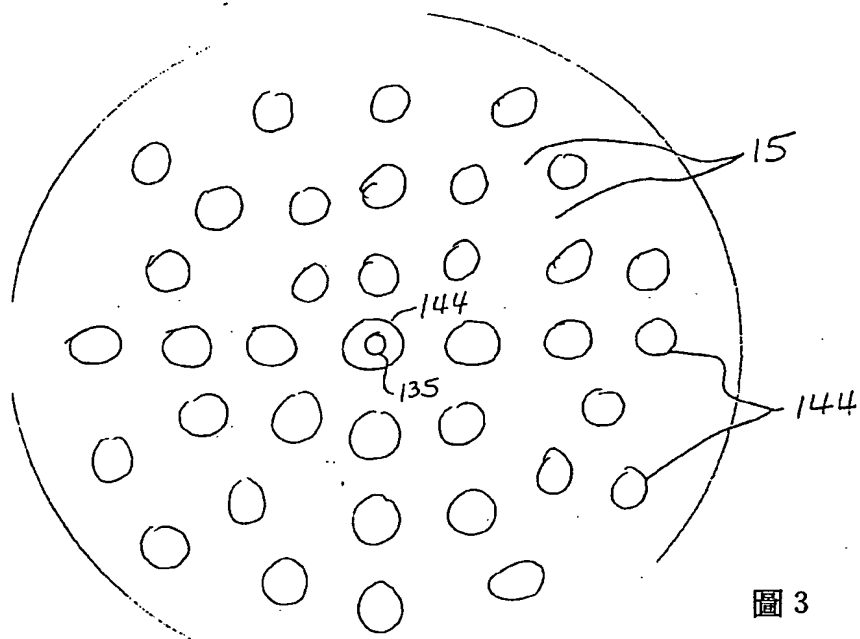


圖 3

(5)

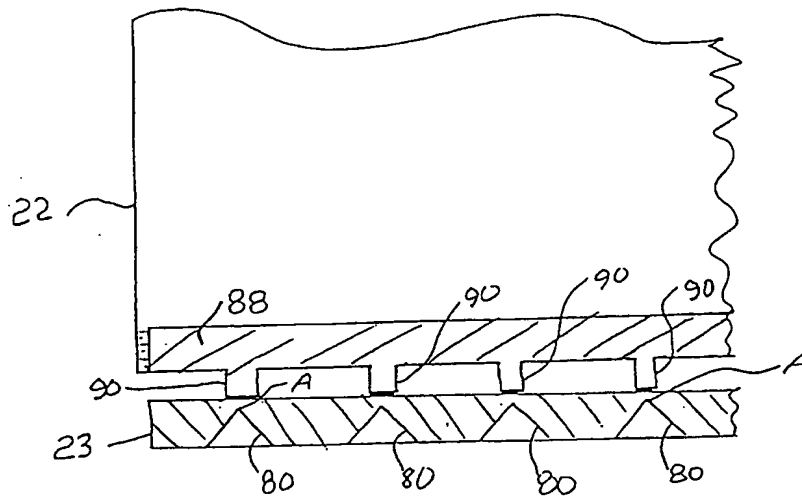


圖 4

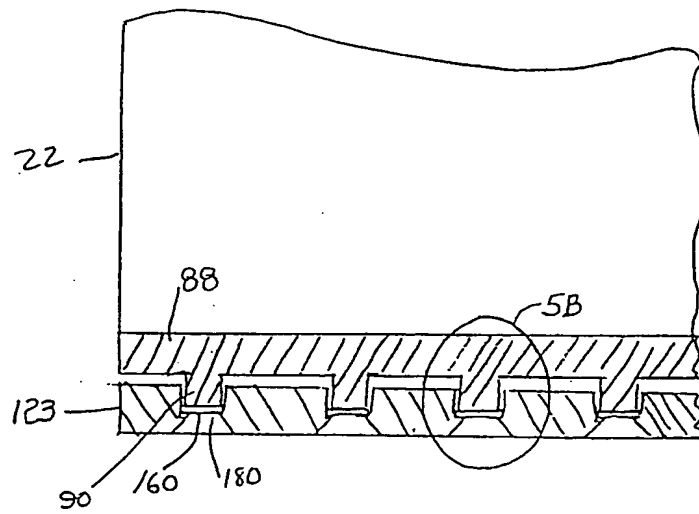


圖 5A

(6)

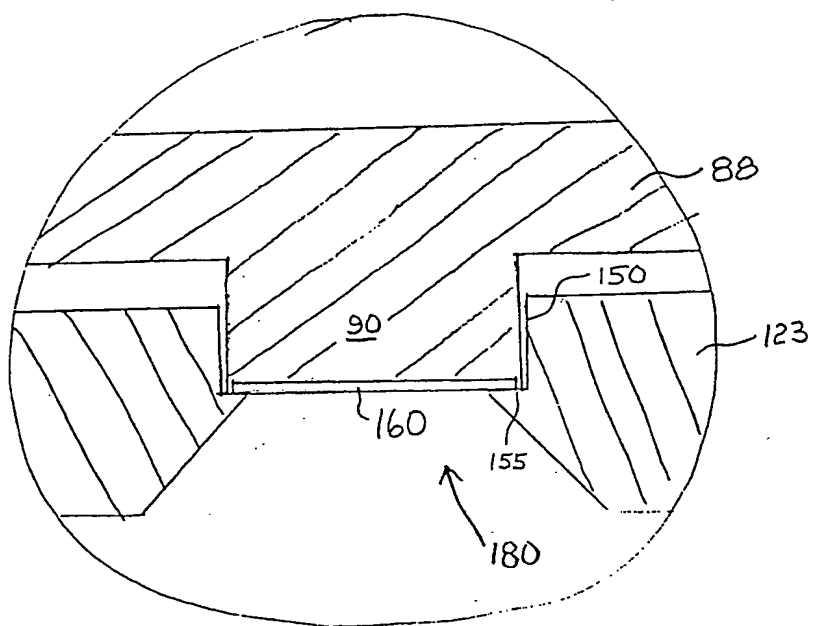


圖 5B



(7)

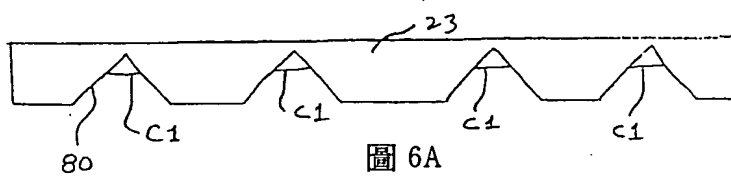


圖 6A

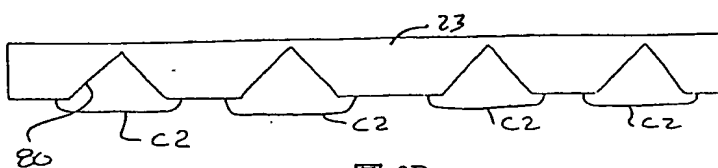


圖 6B

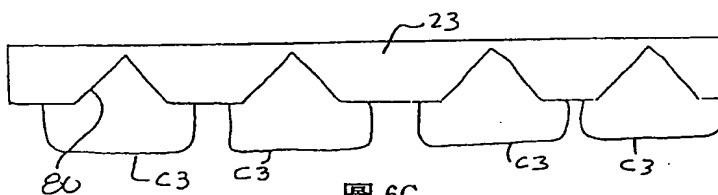


圖 6C

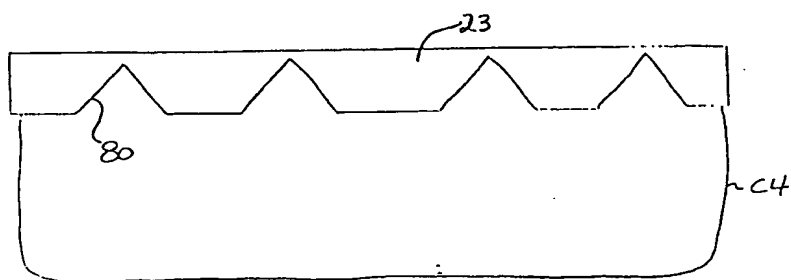


圖 6D

(8)

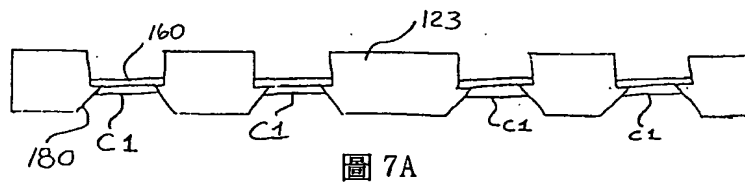


圖 7A

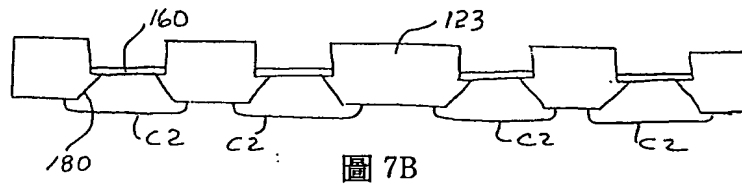


圖 7B

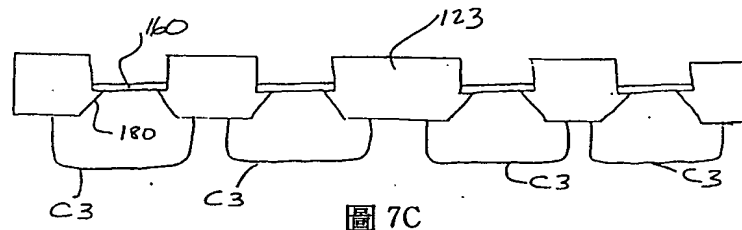


圖 7C

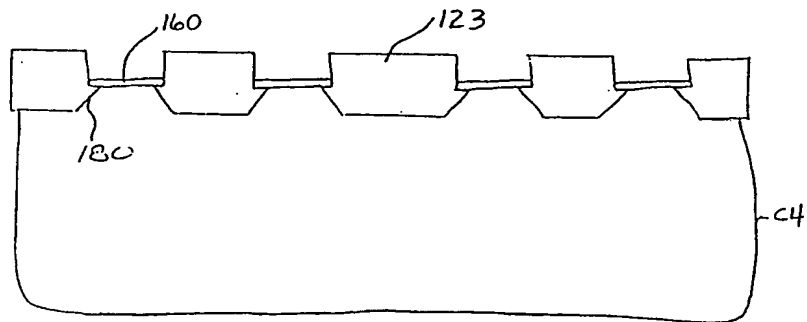


圖 7D

(9)

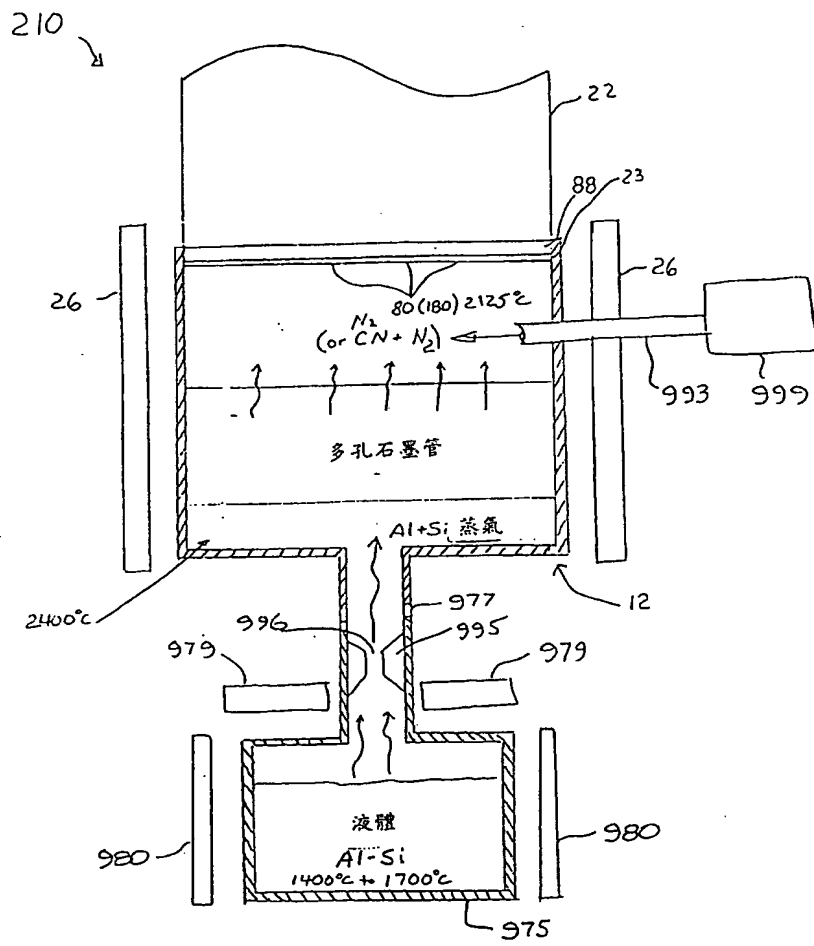


圖 8

(10)

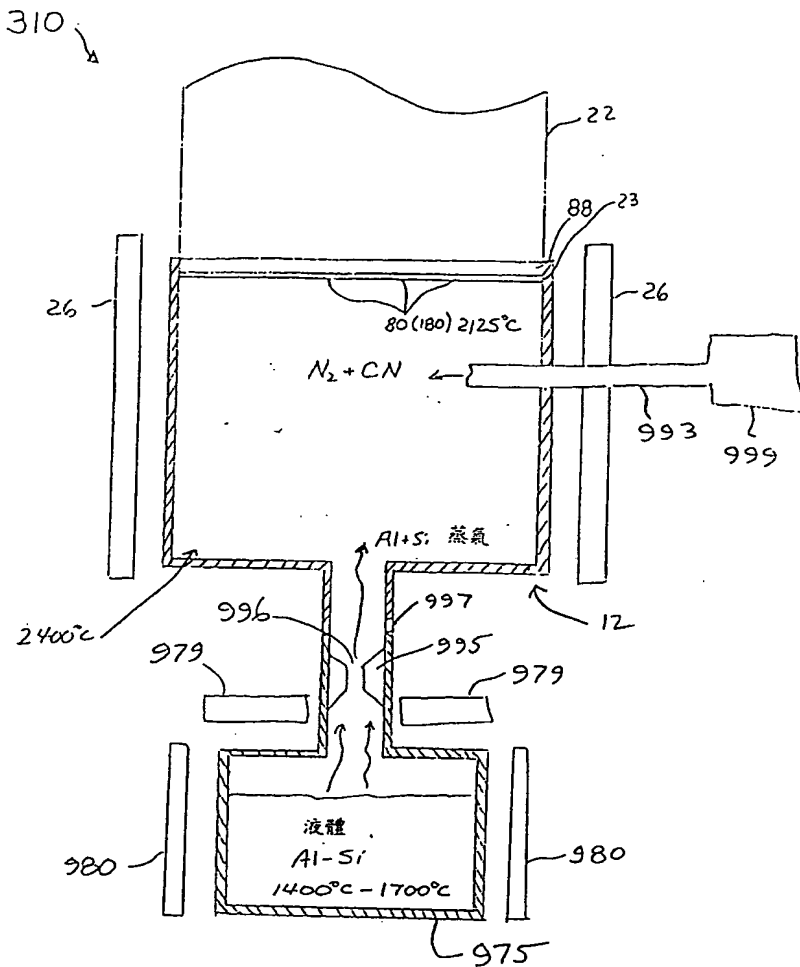


圖 9

(11)

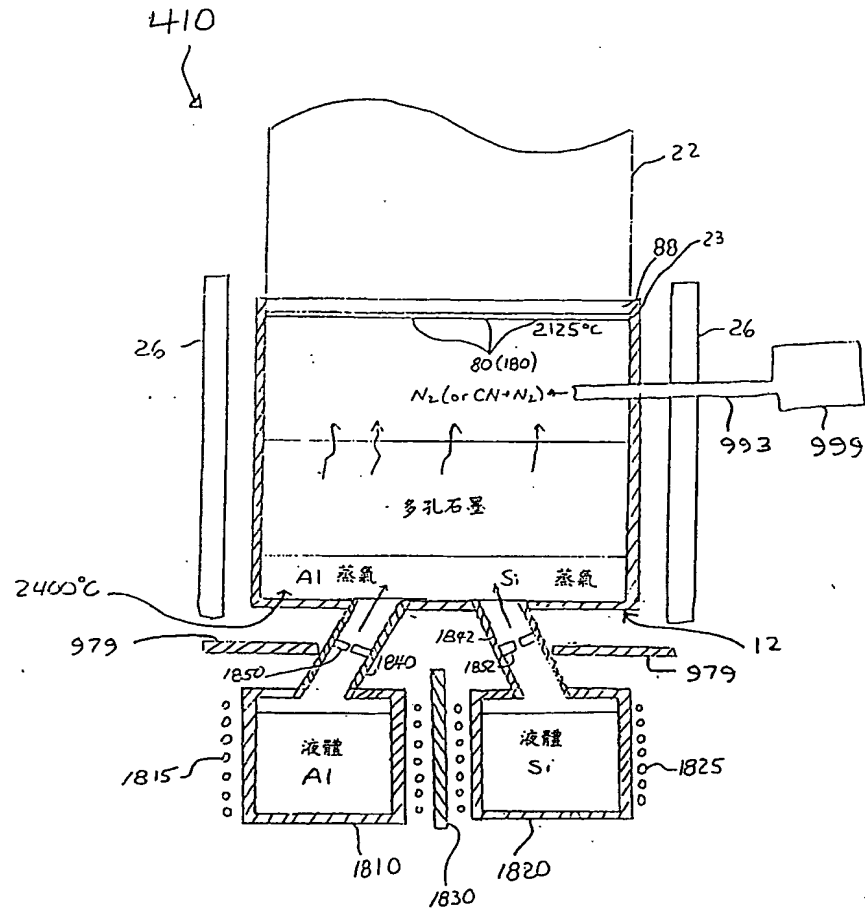


圖 10

(12)

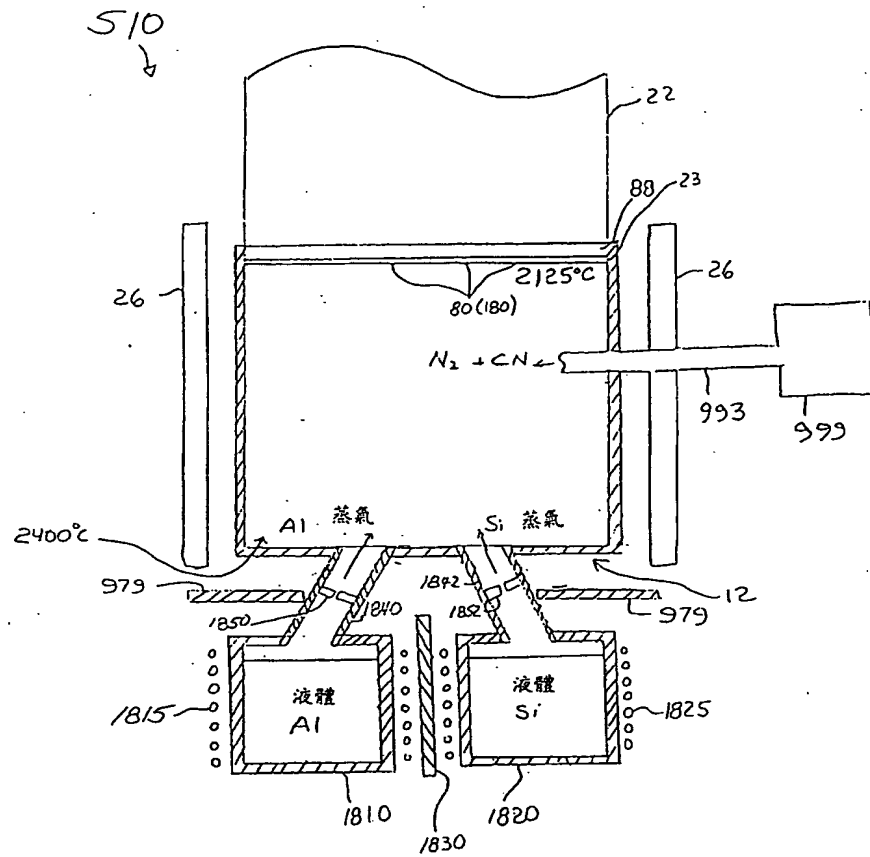


圖 11

(13)

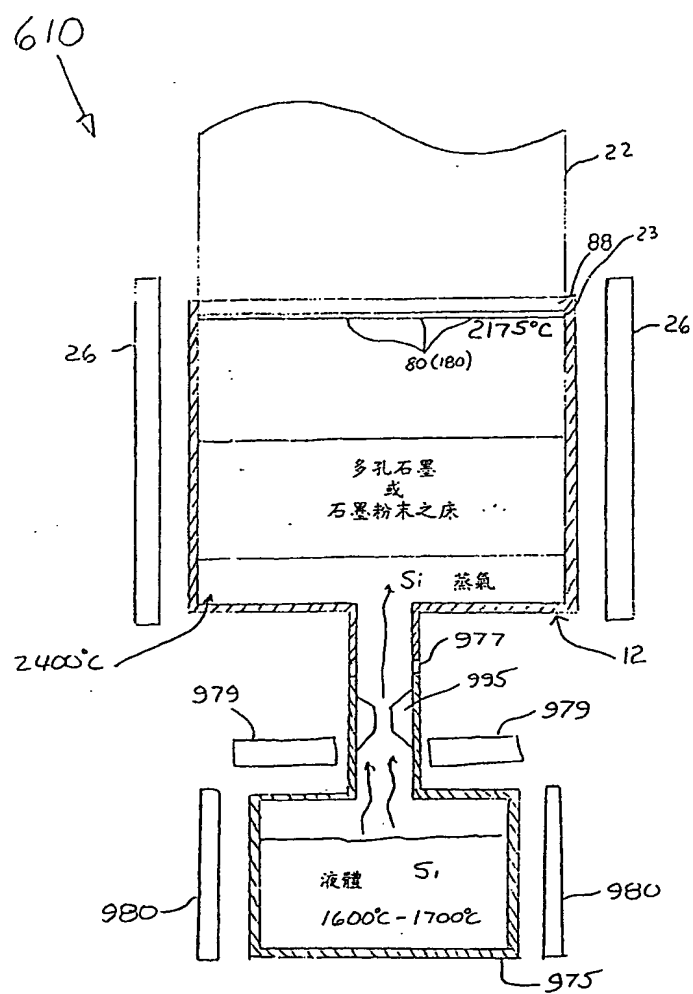


圖 12

(14)

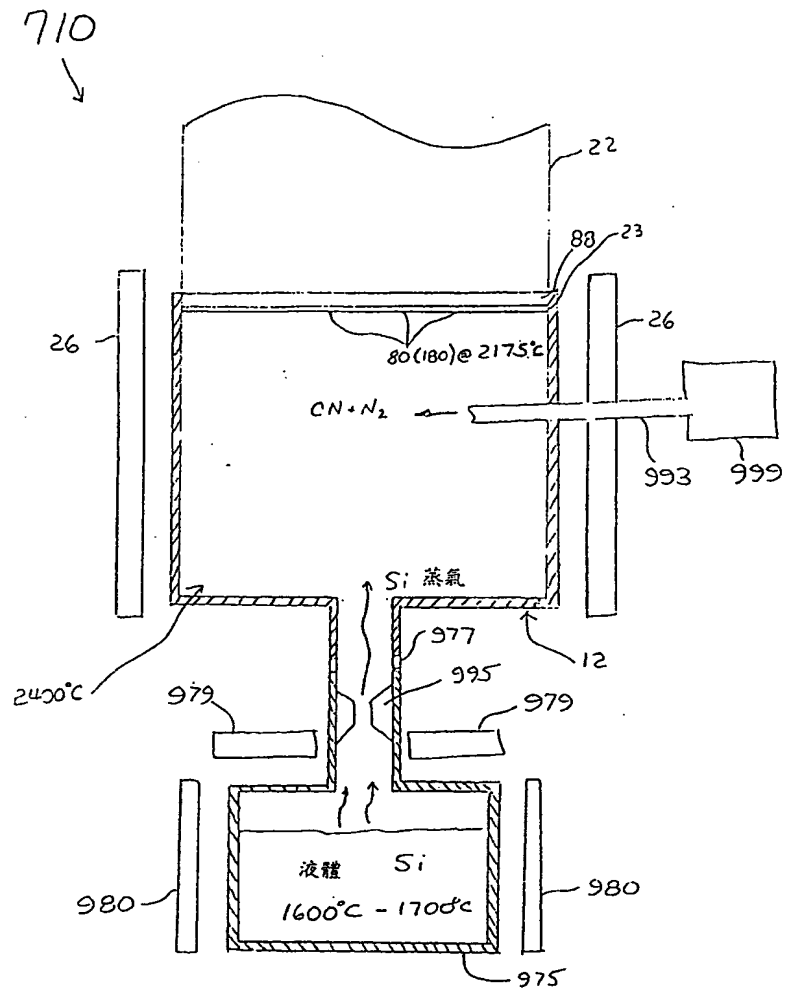
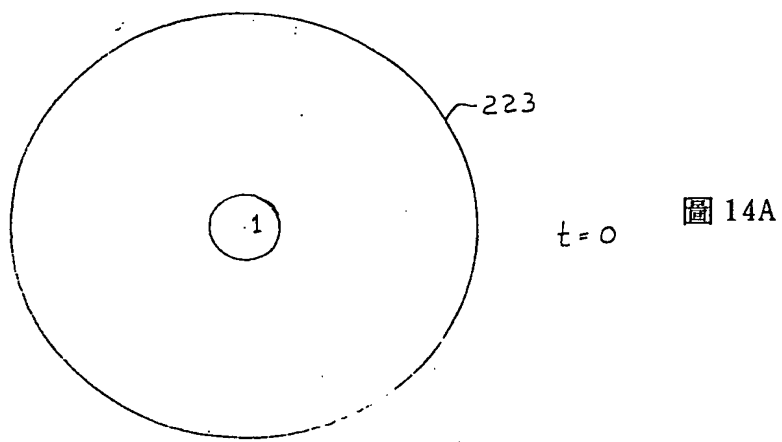


圖 13



(15)



$t=0$  圖 14A

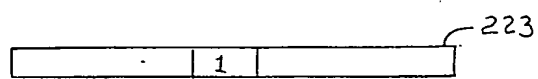


圖 14B

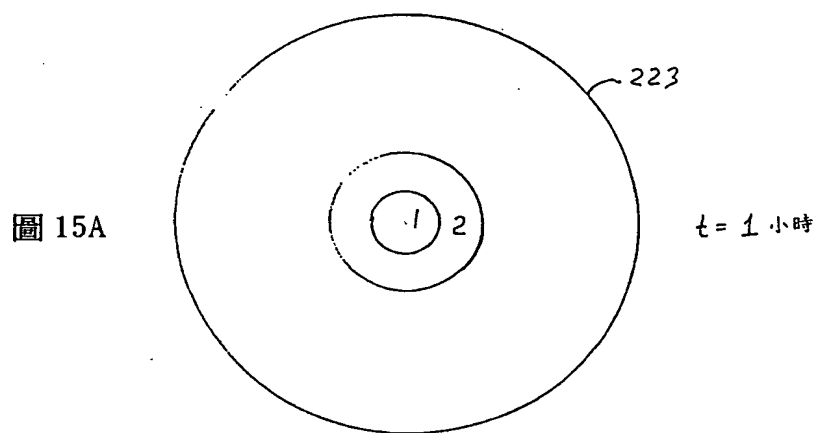


圖 15A

$t=1$  小時

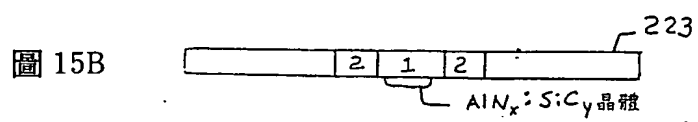
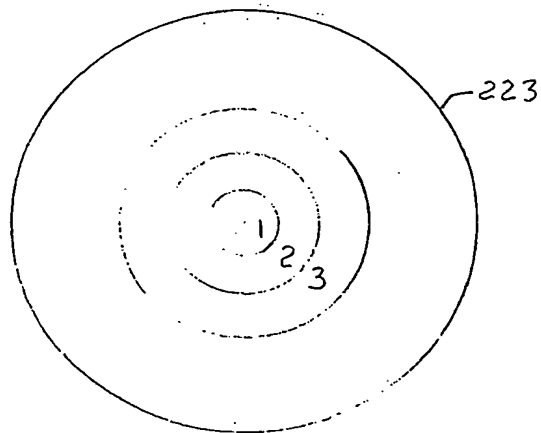


圖 15B

(16)



$t = 2$  小時 圖 16A

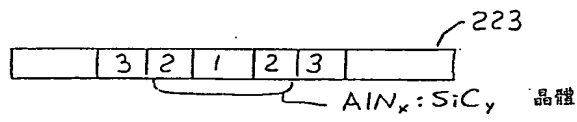
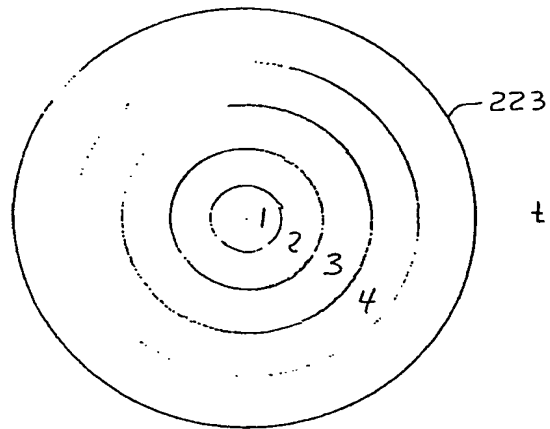


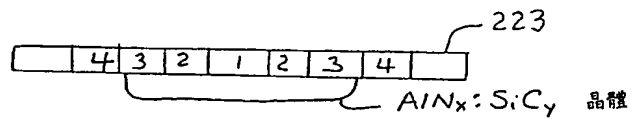
圖 16B

圖 17A

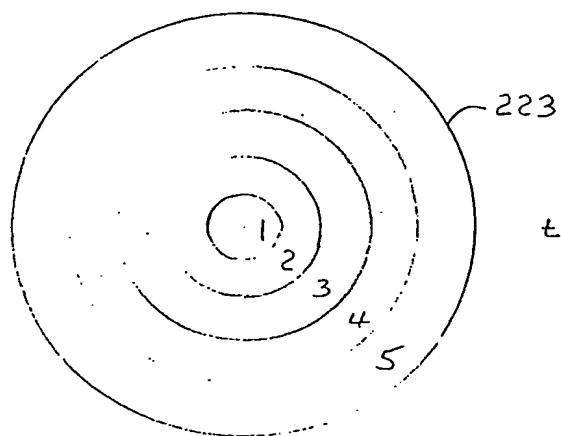


$t = 3$  小時

圖 17B



(17)



$t = 4$  小時

圖 18A

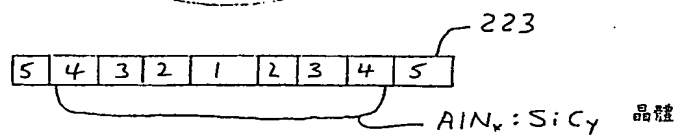
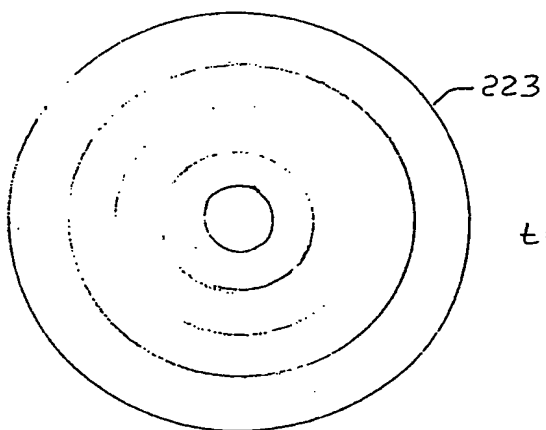


圖 18B

圖 19A



$t = 20$  小時

圖 19B

